Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 311-314 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 311-314 (2561)

ความเสียหายเชิงกลต่อตาของผลผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังภายใต้ภาระแบบกระแทก
Mechanical Damage of Bud on Cassava Stake under Impact Load

สุรธวัช บุญหนัก[1] กระวี ตรีอำนรรค[1] และเทวรัตน์ ตรีอำนรรค[2]
Suratawat Boonnak[1], Krawee Treeamnuk[1] and Tawarat Treeamnuk[2]

Abstract

This research aim was to study impact load effect on mechanical damage to bud of cassava stalk in commercial production. The 12 months cassava stalk of “Rayong 72” cultivar was used in this study. The impact loads by Ballistic Pendulum method were applied on the bud of stalk prepared from 3 parts of plant including of bottom, middle and top of the cassava stem. Four levels of impact angle as 10, 15, 20 and 25 degrees were tested with 20 replications per angle. The results showed that at 25 degree of impact angle testing, the bud of sample stake from bottom, middle and top of stem could absorb the maximum absorption energy of 1.089, 1.080, and 1.068 J, respectively. The mechanical damage in term of bud deformation resulted by energy absorption on sample stake from bottom, middle and top of stem were 4.87, 4.51, and 5.02 mm, respectively. All of absorption energy and mechanical damage were the highest value that the bud could not resist with affecting on the germination of the plant.

Keywords: Cassava Stake, Mechanical Damage, Ballistic Pendulum

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาระแบบกระแทกที่ทำให้เกิดความเสียหายเชิงกลต่อตาของผลผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังซึ่งผลิตเพื่อจำหน่ายพันธุ์ในเชิงการค้า ศึกษากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 อายุ 12 เดือน โดยวิธีการทดสอบแบบ Ballistic Pendulum เตรียมตัวอย่างท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 3 ส่วน ที่ได้จากต้นมันสำปะหลัง คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของต้น ทดสอบที่ 4 ระดับมุมตกกระทบคือ 10 15 20 และ 25 องศา บนตาของท่อนพันธุ์ โดยทำการทดสอบมุมละ 20 ซ้ำ ผลการทดสอบพบว่า ที่มุมตกกระทบ 25 องศา ตาของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังจากส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายต้น สามารถรับพลังงานดูดซับมากที่สุดเท่ากับ 1.089 J 1.080 J และ 1.068 J ตามลำดับ โดยทำให้เกิดความเสียหายเชิงกลเป็นรอยยุบของเนื้อตาบริเวณส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของต้นมีค่าเท่ากับ 4.87 mm 4.51 mm และ 5.02 mm ตามลำดับ โดยที่พลังงานดูดซับและความเสียหายเชิงกลที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลให้ตาเกิดความเสียหายและส่งผลกระทบต่อการงอกของท่อนพันธุ์

คำสำคัญ: ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง, ความเสียหายเชิงกล, บอลลิสติกเพนดูลัม

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยสามารถปลูกได้ทุกภูมิภาคแต่จะนิยมปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การปลูกมันสำปะหลังมีหลายวิธี (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546) เช่น การปลูกแบบวางท่อนพันธุ์ราบกับพื้น แต่การปลูกแบบปักตั้งเป็นวิธีที่นิยมในปัจจุบันโดยจะใช้ส่วนของลำต้นที่มีตา (Bud) ที่สามารถงอกออกเป็นต้นใหม่มาใช้ในการปลูก ก่อนทำการปลูกเกษตรกรจะทำการเตรียมท่อนพันธุ์โดยตัดท่อนพันธุ์ที่เก็บรักษาจากฤดูกาลปลูกที่ผ่านมาให้มีความยาว (กอบเกียรติ และคณะ, 2554) ประมาณ 20 เซนติเมตร หากปลูกในฤดูฝน แต่หากปลูกในฤดูแล้งจะต้องตัดท่อนพันธุ์ให้มีความยาวประมาณ 25 เซนติเมตร และมีจำนวนตาไม่น้อยกว่า 5 ตา จากนั้นเกษตรกรจะทำการปักท่อนพันธุ์ลงในดิน จากคำแนะนำของศูนย์ส่งเสริมพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย(สรรเสริญ, 2558) แนะนำปักให้มีความลึก 1 ใน 3 ของความยาวท่อนพันธุ์ ซึ่งการปักตื้นจะมีผลกระทบต่อรากอ่อนเมื่อดินดูดซับความร้อนจากผิวดินไว้ แต่การปักลึกตามคำแนะนำจะทำให้ลำต้นที่อยู่ในดินมีตาอยู่ประมาณ 3-5 ตา สามารถงอกออกมาจากใต้ดินเป็นต้นใหม่ในกรณีตาบนดินไม่

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[1] School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakornratchasima 30000
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 30000
[2] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakornratchasima 30000

สามารถงอกได้ ถ้าหากตาบนดินงอกตาที่อยู่ใต้ดินจะงอกเป็นรากช่วยหาอาหารและพัฒนาเป็นรากสะสมอาหารได้ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดขั้นตอนการเก็บรักษาท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไม่ให้เกิดความเสียหาย การคัดเลือกท่อนพันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ของลำต้น และจำนวนตาที่เหมาะสม จะช่วยให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้เต็มศักยภาพของตัวเองส่งผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตสูงสุดและลดต้นทุนในการปลูกซ่อมแซมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ไม่สามารถงอกเป็นลำต้นได้ จากการทดลองที่ผ่านมา (รังสรรค์ และวินัย, 2558) รายงานว่า ลำต้นมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 72 มีค่าแรงเฉือนสูงสุดประมาณ 750 นิวตัน และลำต้นมันสำปะหลังสายพันธุ์ห้วยบงมีค่าแรงเฉือนสูงสุด 500 นิวตัน ซึ่งลำต้นมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์จะมีลักษณะของกราฟเกิดจุดสูงสุด (Peak Point) เพียงจุดเดียวเหมือนกับวัสดุที่ไม่มีเส้นใยแต่หลังจากนั้นแทนที่แรงจะตกลงทันที แรงจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเหมือนวัสดุที่มีเส้นใยแต่บางครั้งไม่เกิดจุดสูงสุดที่ชัดเจนเหมือนกับวัสดุเส้นใยหรืออาจจะเรียกได้ว่า เป็นวัสดุกึ่งเส้นใย (Simi-fibrous Materials) ซึ่งลักษณะเช่นนี้สามารถพบได้กับพืชที่มีท่อน้ำลำเลียงขนาดใหญ่ (Xue *et al*., 2016) รายงานว่า ลำต้นมันสำปะหลังจากจีนใต้ที่มีความชื้น 68.86% มีค่า Axial compression strength เฉลี่ยเท่ากับ 1.51 MPa ค่า Radial compression strength เฉลี่ยเท่ากับ 0.76 MPa ค่า Axial shear strength เฉลี่ยเท่ากับ 0.32 MPa ค่า Radial shear strength เฉลี่ยเท่ากับ 2.33 MPa และ (Xue *et al*., 2015) รายงานว่า ลำต้นมันสำปะหลังจากประเทศจีนสายพันธุ์ SC205 มีค่าเฉลี่ย Failure load และ Axial compression strength ส่วนปลายลำต้นเท่ากับ 2,187.28 N และ 10.65 MPa ส่วนกลางลำต้นเท่ากับ 3,867.63 N และ 11.97 MPa และส่วนปลายของลำต้นเท่ากับ 5,892.03 N และ 12.81 MPa และค่าเฉลี่ย Failure load และ Radial compression strength ส่วนปลายลำต้นเท่ากับ 345.40 N และ 1.24 MPa ส่วนกลางลำต้นเท่ากับ 542.90 N และ 1.19 MPa และส่วนปลายของลำต้นเท่ากับ 662.97 N และ 1.09 MPa

อุปกรณ์และวิธีการ

กระบวนการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

การเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเริ่มจากการตัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 อายุ 12 เดือน จากแปลงปลูกขั้นตอนถัดไปนำต้นมันสำปะหลังตัดส่วนโคนและปลายของต้นออกประมาณ 15 เซนติเมตร เพื่อคัดส่วนที่แก่และอ่อนเกินไปออกจากลำต้นตามวิธีการปลูก หลังจากนั้นตัดส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายให้ได้ส่วนที่มีตาติดกับท่อนพันธุ์ 1 ตา

การทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบ Ballistic Pendulum

เตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ผ่านการตัดแล้ว วัดความยาวของรอยแผลใบ (Leaf Scar) ที่ยื่นออกมาป้องกันตาบนท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ทำการทดสอบแบบ Ballistic Pendulum (Figure. 1) กับส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของต้นมันสำปะหลัง โดยทดสอบที่ 4 มุมตกกระทบ คือ 10 15 20 และ 25 องศา โดยทดสอบมุมละ 20 ตัวอย่าง และคำนวณหาพลังงานกระทบ (ธนากร และคณะ, 2558) ดังสมการที่ 1 หลังจากนั้นวัดระยะยุบตัวของรอยแผลใบ (Leaf Scar)

$$U = mgR(\cos\theta_r - \cos\theta_i) \quad (1)$$

เมื่อ U = พลังงานกระทบ มีหน่วยเป็น J g = ค่านิจโน้มถ่วง มีค่า 9.81 m/s^2

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg R = ความยาวเชือก มีหน่วยเป็น m

θ_r = มุมของเส้นเชือกทำกับแนวดิ่งเมื่อสะท้อนกลับสูงสุด มีหน่วยเป็นองศา

θ_i = มุมของเส้นเชือกทำกับแนวดิ่งก่อนปล่อย มีหน่วยเป็นองศา

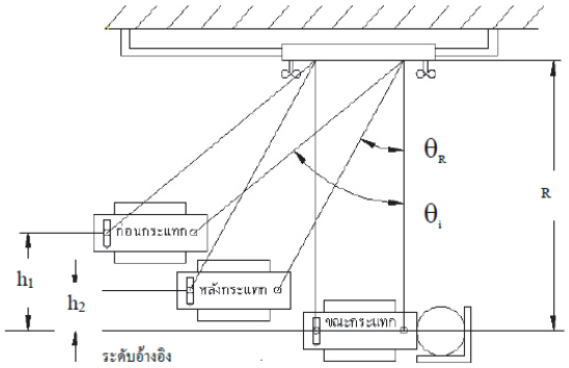

Figure 1 Ballistic Pendulum (ธนากร และคณะ, 2558)

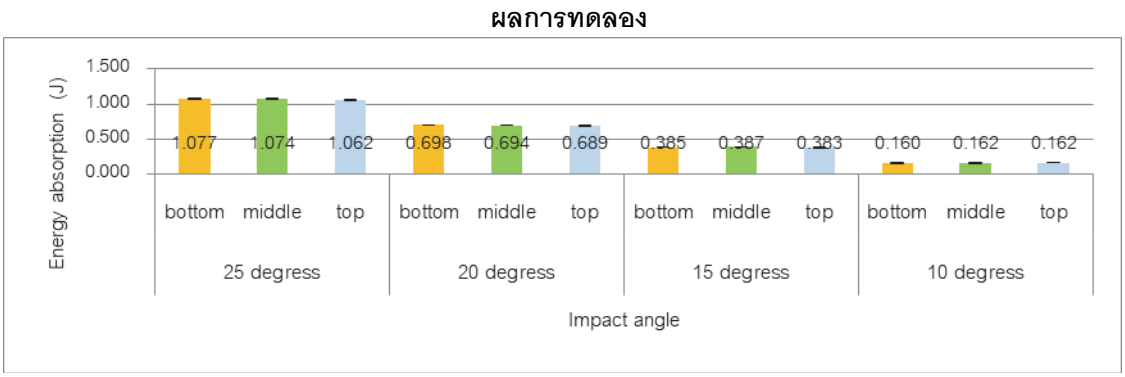

Figure 2 Effect of impact angle on energy absorption

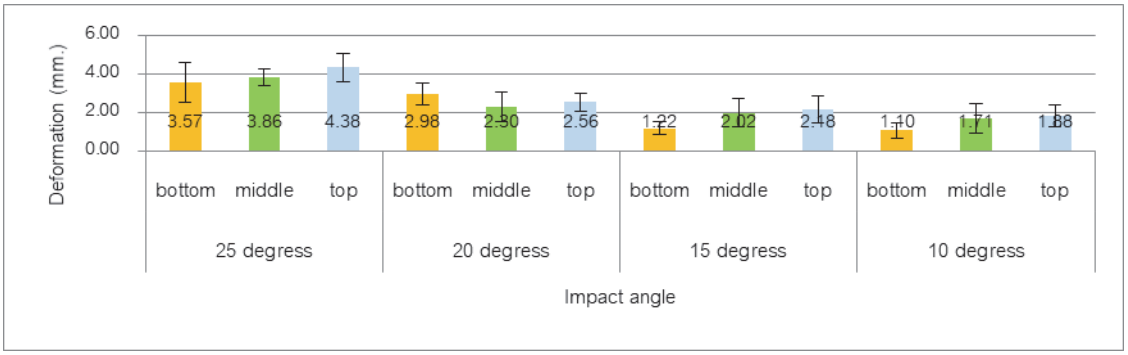

Figure 3 Effect of impact angle on leaf scar deformation

ที่มุมตกกระทบ 25 องศา รอยแผลใบของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายลำต้นสามารถรับพลังงานดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 1.077 J 1.074 J และ 1.062 J ตามลำดับ โดยทำให้ระยะยุบเฉลี่ยของรอยแผลใบ (Leaf Scar) หลังจากรับแรงกระแทกส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 3.57 mm. 3.86 mm. และ 4.38 mm. ตามลำดับ และพลังงานดูดซับมากที่สุดของส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 1.089 J 1.080 J และ 1.068 J ตามลำดับ ส่งผลให้ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีระยะยุบของรอยแผลใบ (Leaf Scar) เท่ากับ 4.87 mm. 4.51 mm. และ 5.02 mm. ตามลำดับ

ที่มุมตกกระทบ 20 องศา รอยแผลใบของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายลำต้นสามารถรับพลังงานดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 0.698 J 0.694 J และ 0.689 J ตามลำดับ โดยทำให้ระยะยุบเฉลี่ยของรอยแผลใบ (Leaf Scar) หลังจากรับแรงกระแทกส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 2.98 mm. 2.30 mm. และ 2.56 mm. ตามลำดับ และพลังงานดูดซับมากที่สุดของส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 0.698 J 0.698 J และ 0.698 J ตามลำดับ ส่งผลให้ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีระยะยุบของรอยแผลใบ (Leaf Scar) เท่ากับ 2.98 mm. 2.70 mm. และ 2.14 mm. ตามลำดับ

ที่มุมตกกระทบ 15 องศา รอยแผลใบของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายลำต้นสามารถรับพลังงานดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 0.385 J 0.387 J และ 0.383 J ตามลำดับ โดยทำให้ระยะยุบเฉลี่ยของรอยแผลใบ (Leaf Scar) หลังจากรับแรงกระแทกส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 1.22 mm. 2.02 mm. และ 2.18 mm. ตามลำดับ และพลังงานดูดซับมากที่สุดของส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 0.391 J 0.392 J และ 0.391 J ตามลำดับ ส่งผลให้ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีระยะยุบของรอยแผลใบ (Leaf Scar) เท่ากับ 1.11 mm. 0.98 mm. และ 3.73 mm. ตามลำดับ

ที่มุมตกกระทบ 10 องศา รอยแผลใบของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายลำต้นสามารถรับพลังงานดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 0.160 J 0.162 J และ 0.162 J ตามลำดับ โดยทำให้ระยะยุบเฉลี่ยของรอยแผลใบ (Leaf Scar) หลังจากรับแรงกระแทกส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 1.10 mm. 1.71 mm. และ 1.88 mm. ตามลำดับ และพลังงานดูดซับมากที่สุดของส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 0.170 J 0.171 J และ

0.171 J ตามลำดับ ส่งผลให้ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีระยะยุบของรอยแผลใบ (Leaf Scar) เท่ากับ 1.36 mm. 2.61 mm. และ 2.22 mm. ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของแรงกระทบที่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังรับได้มากที่สุดคือมุมตกกระทบ 25 องศา โดยที่ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้น มีค่าพลังงานกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 1.077 J 1.074 J และ 1.062 J ตามลำดับ เมื่อนำค่าทั้งสามส่วนมาคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเป็นตัวแทนของทั้งลำต้นจะได้ค่าเท่ากับ 1.071 J และ 0.008 J ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แสดงถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่เล็กน้อยจึงถือได้ว่า ลำต้นมันสำปะหลังสามารถรับพลังงานกระทบได้เท่ากันทั้งลำต้น ซึ่งเป็นไปตามคำแนะนำของศูนย์ส่งเสริมพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย (สรรเสริญ, 2558) แนะนำให้เกษตรกรนำต้นมันสำปะหลังที่มีอายุ 10 -12 เดือน มาใช้เป็นท่อนพันธุ์ในการปลูกเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ที่แข็งแรงและมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูง

เมื่อพิจารณาระยะยุบของรอยแผลใบเฉลี่ย (Leaf Scar) ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้นมีค่าเท่ากับ 3.57 mm. 3.86 mm. และ 4.38 mm. ตามลำดับ เมื่อนำค่าทั้งสามส่วนมาคำนวณค่าเฉลี่ยระยะยุบของรอยแผลใบและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งลำต้นจะได้ค่าเท่ากับ 3.98 mm. และ 0.41 mm. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แสดงถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่มีค่ามากจึงถือได้ว่า ลำต้นมันสำปะหลังมีระยะยุบของรอยแผลใบแตกต่างกันมากทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์ของแต่ละพื้นที่ปลูก

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความเสียหายเชิงกลต่อตาของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 อายุ 12 เดือน โดยทดสอบด้วยวิธีกระแทกแบบ Ballistic Pendulum กับส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของต้นมันสำปะหลัง พบว่ามุมตกกระทบ 25 องศาท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้รับค่าพลังงานกระทบมากที่สุดและได้รับพลังงานกระทบเท่ากันทั่วทั้งลำต้น โดยสามารถแปรผลได้ว่าในการปล่อยท่อนพันธุ์ตกจากที่สูงตามแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น การขนย้ายท่อนพันธุ์หลังจากการตัดท่อนพันธุ์ ควรปล่อยให้ตกจากที่สูงไม่เกิน 2.85 เมตร หรือการออกแบบชุดกลไกการปักท่อนพันธุ์สำหรับขั้นตอนการปลูก ควรมีความเร็วสัมพัทธ์กับท่อนพันธุ์ไม่เกิน 7.47 เมตรต่อวินาที เพื่อป้องกันตาของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเสียหาย หากเกิดการเสียหายจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นมันสำปะหลัง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2546. มันสำปะหลัง. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical06013.pdf.(1 เม.ย. 2561).

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, วลัยพร ศะศิประภา, นาวี จิระชีวี, ก้อนทอง พัวประโคน, โสภิตา สมคิด, นาฏญา โสภา, รังษี เจริญสถาพร, เบญจมาศ คำสืบ, นรีลักษณ์ วรรณสาย และอนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2554. ดิน น้ำและการจัดการปลูกมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่. 48 หน้า.

ธนากร แนวกลาง, เทวรัตน์ ตรีอำนรรค, วีรชัย อาจหาญ และกระวี ตรีอำนรรค. 2558. การทดสอบความสามารถในการปกป้องผลแอปเปิ้ลด้วยกระดาษจากฟางข้าวด้วยวิธีการทดสอบแบบ Ballistic pendulum. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนา. 509 – 513.

รังสรรค์ กุฎสำโรง และ วินัย กล้าจริง. 2558. การศึกษาสมบัติเชิงกลของต้นมันสำปะหลัง. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนา กรุงเทพฯ. 571 – 577.

สรรเสริญ สุนทรทยาภิรมณ์. 2558. การปลูกมันสำปะหลังสะอาดเพื่อการขยายพันธุ์. ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาการผลิตมันสำปะหลัง (แห่งประเทศไทย). 8 หน้า.

Xue, Z., J. Zhang, Y. Zhang, C. Li, S. Chen and D. Song. 2015. Test and analysis on the mechanical properties of cassava stalks. The Journal of Animal & Plant Sciences 25: 59-67.

Xue, Z., J. Zhang, Y. Zhang, C. Li, S. Chen and D. Song. 2016. Research the mechanical properties of the cassava stem. Advance Journal of Food Science and Technology 10: 763-769.